

Ewa Symonides

WSPÓŁCZESNA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA – JEJ ZNACZENIE DLA CZŁOWIEKA, ZAGROŻENIA I SZANSE OCHRONY

Wprowadzenie: definicja „różnorodności biologicznej”

W najprostszym ujęciu różnorodność biologiczna oznacza różnorodność form życia na Ziemi wraz z całą ich zmiennością na poziomie genów, gatunków i układów ponadgatunkowych (biocenoz), rozpatrywaną w skali biosfery, poszczególnych kontynentów i regionów albo jakichkolwiek innych, przyrodniczych lub administracyjnych, jednostek przestrzennych. Po raz pierwszy pojęcie to zastosowali amerykańscy autorzy kilku publikacji w latach 80. XX wieku, ale popularność zyskało ono dzięki książce „*Biodiversity*” [Wilson 1992, 1999], przetłumaczonej na kilka języków i rozpowszechnionej na całym świecie. Do języka prawniczego wprowadziła je z kolei Konwencja o różnorodności biologicznej, uchwalona podczas „Szczytu Ziemi” w Rio de Janeiro w 1992 roku i następnie ratyfikowana przez znaczną większość krajów świata: do końca 2013 roku przez 193.

W definicji różnorodności biologicznej podkreśla się hierarchiczny układ poziomów organizacji życia: genetycznego, gatunkowego i ponadgatunkowego. Wprawdzie podstawą złożoności przyrody są geny i wystarczyłoby zatem na nich koncentrować troskę o ochronę biosfery, niemniej jednak ze względów pragmatycznych ochroną obejmuje się głównie ich „opakowanie”, a zatem organizmy (gatunki) oraz środowisko ich życia (ekosystem). Nie sposób bowiem chronić genów, nie chroniąc gatunków wraz z całą ich zmiennością populacyjną i ekotypową, albo likwidując lub degradując zasiedlane przez nie ekosystemy.

Ze skuteczną ochroną różnorodności biologicznej wiąże się pojęcie jej umiarkowanego (zrównoważonego) użytkowania, które w praktyce oznacza oszczędną eksploatację naturalnych zasobów przyrodniczych (np. drewna i runa leśnego, ryb morskich i słodkowodnych, dziko żyjących ssaków i ptaków łownych), tj. nieprzekraczającą możliwości ich samoistnego odtworzenia w dającym się przewidzieć horyzoncie czasowym.

Globalna różnorodność biologiczna

Dokładnego pomiaru różnorodności biologicznej dotychczas nie przeprowadzono. Na obecnym etapie możliwości technicznych niewykonalna

jest pełna ocena różnorodności genetycznej nawet pojedynczej populacji jakiegokolwiek dziko żyjącego gatunku, nawet jeśli zajmuje mały obszar i składa się z niewielkiej liczby osobników. Nie sposób także ocenić różnorodności gatunkowej prostego, stosunkowo uboższego ekosystemu, a jeszcze więcej problemów stwarza zdefiniowanie i pomiar różnorodności ponadgatunkowej, choćby dlatego, że ekosystemy podlegają szybkiej i wielokierunkowej zmienności, głównie antropogenicznej, trudniej poddają się zabiegom typologii i klasyfikacji niż gatunki, a ich granice w przestrzeni są zazwyczaj nieostre. W tej sytuacji ocena różnorodności biologicznej nawet niewielkiego terenu sprowadza się jedynie do pomiaru jego bogactwa florystycznego lub faunistycznego, opartego na ustaleniu np. liczby gatunków roślin naczyniowych lub liczby gatunków ptaków lęgowych czy motyli, a do porównania pod tym względem dwóch lub kilku obszarów stosuje się statystyczne wskaźniki, np. Shannona-Wienera, Simpsona, Margalef, Pielou, oparte z konieczności tylko na wybranej grupie gatunków [Weiner 2012].

Według Światowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN), pomijając mikroorganizmy, dotychczas rozpoznano, opisano i skatalogowano na naszej planecie 1 740 330 gatunków, w tym: 62 305 kręgowców i 1 305 250 bezkręgowców, 321 212 roślin, w tym 34 000 glonów oraz 48 496 grzybów (*IUCN Red List version 2010*). Dla porównania – na obszarze Polski występuje ok. 60 000 gatunków, w tym ok. 36 000 gatunków zwierząt (wśród których owady stanowią ponad 75% krajowej fauny), nieco ponad 2 800 rodzimych lub trwale zadomowionych gatunków roślin naczyniowych i 14 500 gatunków glonów oraz co najmniej 3 198 grzybów właściwych i 1 520 gatunków porostów [Andrzejewski i Weigle 2003; Fałtynowicz 2003; Grzywacz 2003].

Taksonomie zgodnie twierdzą, że bogactwo gatunkowe biosfery jest co najmniej kilkakrotnie większe [May 1988, 1992]. Według dość powszechnie akceptowanych modeli Ziemię zasiedla 8,7 mln gatunków ($\pm 1,3$ mln), spośród których 2,2 mln ($\pm 0,18$ mln) żyje w morzach (May 1993); z takich szacunkowych danych wynika, że na opis wciąż czeka większość współcześnie żyjących gatunków: 86% lądowych i 91% morskich [May 2010; Mora i in. 2011].

Prawdopodobnie większość nierozpoznanych jeszcze gatunków bezpowrotnie zginie, zanim zostaną opisane i sklasyfikowane. Pod koniec XX wieku, wg danych IUCN, skrajnie zagrożonych wyginieciem było bowiem 3565 gatunków zwierząt, w tym 452 ryb, 1029 ptaków i 505 ssaków [Baillie, Hilton-Taylor i Stuart 2004; Wilson i Reeder 2005]. W stanie krytycznym znalazły się także populacje niemal 34 000 gatunków roślin, m.in. 925 gatunków palm i 7 625 innych gatunków drzew [Bramwell 2002; Thorne 2002; Scotland i Wortley 2003]. Prawdopodobnie wkrótce wyginie niemal 1000 gatunków drzew, wiele gatunków palm, wilczomleczy i eukaliptusów [Oldfield, Lusty i MacKinven 1998]. Zagrożenie dotyczy zatem 1/8 flory Ziemi, a „czerwona lista” wydłuża się z każdym rokiem.

Podobny jest los zwierząt. Wiele gatunków ssaków, ptaków i innych kręgowców oraz bezkręgowców pod koniec XX wieku znalazło się na krawędzi wymarcia. Należą do nich m.in.: małpożer, nosorożec jawański, gibbon czarny, delfin chiński (nie rejestrowane od 2004 roku). Według ornitologów z żyjących

na Hawajach populacji 135 gatunków ptaków tylko 11 ma szansę przetrwać do końca XXI wieku. Niestety, lista gatunków zagrożonych wymarciem wydłuża się z każdym rokiem [Strahm 1999, Olaczek 2000].

Różnorodność i bogactwo gatunkowe rozkładają się na Ziemi nierównomiernie, zarówno pod względem geograficznym, jak i ekosystemowym. Ich centra („*hotspots*”) na lądzie to głównie kipiące życiem, wilgotne lasy przyrównikowe (las deszczowe), a w morzach i oceanach – otoczenie raf koralowych, jedne i drugie skrajnie zagrożone całkowitą zagładą. Jakkolwiek liczba tych centrów jest niewielka, wynosi bowiem – odpowiednio – 34 i 10, to ich ochrona winna być traktowana priorytetowo [Myers i in. 2000]; wystarczy wskazać, że w lasach deszczowych żyje co najmniej 70% lądowych gatunków zwierząt, z kolei od zachowania raf koralowych zależy byt np. 25 000 gatunków ryb. Nie oznacza to jednak, że ubogie w gatunki pustynie lub wysokogórskie murawy można zniszczyć bez straty dla globalnej różnorodności biologicznej, ponieważ żyjące w tych niegościnnych ekosystemach rośliny, zwierzęta i grzyby charakteryzują specyficzne adaptacje, nieprzydatne w jakichkolwiek innych środowiskach, z pozoru bardziej przyjaznych dla żywych organizmów. Zgodnie z duchem Konwencji o różnorodności biologicznej warunkiem ochrony współczesnego bogactwa gatunkowego i zasobów genowych biosfery jest zachowanie wszystkich typów naturalnych środowisk i charakterystycznych dla nich gatunków.

Znaczenie różnorodności biologicznej dla człowieka i jego gospodarki

Truizmem byłoby twierdzenie, że człowiek jest częścią przyrody i czerpie z niej rozmaite korzyści, także materialne. Dostrzegano je od dawna. W Średniowieczu, na przykład, możnowładcy wprowadzali surowe ograniczenia w użytkowaniu przez podwładnych dóbr przyrodniczych na ziemiach pozostających w ich władaniu, dzięki czemu na wielu obszarach zdołali ocalić przyrodę przed całkowitym zniszczeniem.

W miarę wyczerpywania się naturalnych bogactw, zwłaszcza wymierania gatunków zwierząt łownych i wylesiania kontynentów, ochrona przyrody z pobudek ekonomicznych była coraz powszechniejsza, niemniej jednak dopiero w 1997 roku międzynarodowy zespół ekonomistów i ekologów oszacował globalną wartość „świadczeń” lub „usług” przyrody na rzecz ludzkości. Zaliczono do nich regulację zawartości tlenu i dwutlenku węgla w atmosferze, stabilizowanie klimatu na kuli ziemskiej, magazynowanie wody słodkiej i jej naturalne oczyszczanie, znaczący udział żywych organizmów w wytwarzaniu i podtrzymywaniu żyzności gleby, produkcję drewna, żywności i biopaliw, zapylenie roślin uprawnych oraz detoksykację i uzdatnianie odpadów. Po wycenie poszczególnych świadczeń i usług biosfery na rzecz człowieka okazało się, że ich sumaryczna wartość jest dwukrotnie wyższa niż wartość produktu narodowego brutto wszystkich państw świata. Ponowna analiza owych świadczeń i usług w 2005 roku wykazała, że 15 spośród 24 uwzględnionych w globalnej wycenie ich wartości jest zagrożonych, ponieważ naturalne zasoby biosfery zużywane są szybciej niż wynoszą ich możliwości regeneracyjne [Musser 2005].

Przykładów bezpośrednich lub pośrednich korzyści czerpanych z bogactw przyrodniczych Ziemi przez człowieka, a tym samym argumentów przemawiających za celowością ochrony różnorodności biologicznej, jest bardzo dużo. Oto tylko niektóre:

- **bogactwo dóbr oferowane przez lasy.** Pozyskanie drewna w latach 2000-2010 wahało się w granicach 3 405,2-3 570,7 hm³, roczny zysk ze sprzedaży drewna na początku obecnego stulecia sięgał niemal 180 mld euro, a wartość światowego handlu półproduktami drewnianymi przekraczała 100 mld euro [Krieger 2001; GUS 2012]. Trzeba dodać, że najrozmaitsze korzyści uzyskiwane wprost z lasów są nadal źródłem dochodów 1,3 mld ubogiej ludności świata, przy czym dla 200 mln tubylców w strefie międzyzwrotnikowej lasy od pokoleń są jedynym domem i miejscem życia. Korzyści czerpane z ekosystemów leśnych doceniano już przed tysiącami lat: najstarsze zarządzenie w sprawie zachowania cennych drzew, niektórych lasów i poprawy gospodarki leśnej wprowadzono w Chinach już w 1100 roku p.n.e. Warto też przytoczyć wypowiedź Marcusa Cicerona (106-43 rok p.n.e.), wielokrotnie przywoływaną w czasach nowożytnych: „(...) niszczenie lasów jest największym wrogiem dobrobytu społeczeństwa” [James 1956];
- **naturalne bogactwa mórz i oceanów.** Według raportu FAO w latach 1950-1996 wielkość połowów ryb oceanicznych wzrosła z 16,8 mln ton w 1950 r. do 86 mln ton w 1996 r., a w obecnym stuleciu waha się w granicach 89,8-94,5 mln ton; łączna wartość odławianych ryb przekracza kwotę 82 mld dolarów [FAO 2012; GUS 2012]. W związku z rosnącą liczbą ludności presja na zwiększenie połowów stale rośnie, chociaż w każdym z 17 łowisk oceanicznych już przekroczono granice zrównoważonej eksploatacji. Nieuchronną konsekwencją dalszej intensyfikacji połowów byłby kres możliwości czerpania zysków płynących z darmowej produkcji ryb przez oceany. Przykład opustoszałych łowisk północnego Atlantyku, Morza Czarnego i częściowo Morza Karaibskiego na skutek przeeksploatowania ich naturalnych zasobów nie pozostawia w tym względzie cienia wątpliwości;
- **naturalne surowce do produkcji leków.** Liczba gatunków roślin wykorzystywanych na świecie w przemyśle farmaceutycznym nie jest dokładnie znana, ale z pewnością nie jest ona mała. W Chinach, na przykład, zarejestrowano ponad 4000 gatunków roślin leczniczych, w Malezji – ok. 2000, a dalszych 1200 gatunków potencjalnie może być surowcem do produkcji leków, skoro dzisiaj służą jako ziołowe preparaty wspomagające leczenie [Ayensu 1996; Latif 1997; Kadir 2009]. Popyt na leki pochodzenia roślinnego stale rośnie. Według danych Kumara S., Kumara R. i Khana [2011] rynkową wartość preparatów roślinnych wyprodukowanych w Stanach Zjednoczonych pod koniec XX wieku oszacowano na 1,5 mld dolarów rocznie, w Niemczech aż 54% leków zapisywanych na recepty stanowią preparaty roślinne, a w Chinach wytwarza się aktualnie około 5000 leków ziołowych. Globalna wartość sprzedanych leków pochodzenia roślinnego szacowana jest na 75-150 mld dolarów rocznie, przekracza zatem nawet dochody z dalekomorskich połowów ryb [UNDP, UNEP, World Bank

i WRI 2000]. Wartość wszystkich leków zawierających w swoim składzie naturalne substancje organiczne jest jeszcze wyższa, jeśli uwzględnimy 13 % leków produkowanych na bazie mikroorganizmów i 3% – substancji pochodzenia zwierzęcego. Perspektywiczne dochody z produkcji leków, zwłaszcza wobec wzrostu liczby ludności świata i długotrwałości życia człowieka, są jeszcze wyższe, ponieważ niemal każdego dnia odkrywane są nowe właściwości farmakologiczne roślin, zwierząt i grzybów [Karasov 2001]. Spektakularny sukces firm farmaceutycznych, które w latach 70. i 80. ubiegłego wieku zbiły fortuny na antybiałaczkowym leku wyprodukowanym z alkaloidów (winkrystyny i winblastyny) wyekstrahowanych z barwinka różowego (*Catharanthus roseus*), dowodzi, że nawet niepozorne rośliny mogą być dla człowieka użyteczne. Odmiana barwinka, odkryta pod koniec XX wieku na Karaibach, zawiera 10 razy więcej tych pożytecznych alkaloidów, co pozwoliło przyspieszyć proces produkcji leku [Farnsworth 1988];

- **zwierzęta bezkręgowce jako sprzymierzeńcy człowieka w produkcji żywności.** Owady (*blonkówki, muchówki, chrząszcze, motyle*) zapylają 90% gatunków roślin, w tym 70% roślin użytkowych. Około 300 gatunków drzew i krzewów owocowych, roślin zbożowych, warzywnych i przyprawowych jest w 84% zapylanych przez owady i nic dziwnego, że zanik lub drastyczny spadek liczebności populacji tych naturalnych zapylaczy stanowi najpoważniejsze zagrożenie dla perspektyw wyżywienia rosnącej liczby ludności świata [Allsopp, Lange i Veldtman 2008]. Inne grupy taksonomiczno-ekologiczne bezkręgowców, m.in. biedronki, są z kolei skutecznymi sprzymierzeńcami człowieka w zwalczaniu tzw. szkodników (mszyc, tarczniczków, wełnowców, czerwców) atakujących uprawy: biedronka zjada kilkadziesiąt mszyc dziennie, a jej larwa – kilkaset w ciągu swojego rozwoju. Jeszcze inne, wchodzące w skład fauny glebowej (edafonu), warunkują rozkład **związków organicznych** i przyspieszają uwalnianie składników mineralnych, a także powstawanie **próchnicy glebowej** [Griffiths 1994]. Warto dodać, że w glebach żyje ok. ¼ wszystkich lądowych gatunków zwierząt, m.in. pierwotniaki, dżdżownice, wazonkowce, pajęczaki, **nicienie**, wije, owady bezskrzydłe oraz wiele larw owadów uskrzydłych;
- **dziko żyjące zwierzęta jako inspiratorzy wynalazków i rozwiązań technologicznych.** Według mitologii greckiej obserwacja ptaków nasunęła Dedalowi pomysł skonstruowania skrzydeł, które pomogły Ikarowi w ucieczce z Krety. We współczesnej rzeczywistości naukowcy często wykorzystują naturalne „rozwiązania”, w jakie ewolucja wyposażyła dziko żyjące rośliny i zwierzęta. Sylwetki ptaków, przemierzających odległe kontynenty, były i są „modelem” dla projektantów samolotów, podobnie jak ryby lub ssaki morskie – łodzi podwodnych. Amerykańskie pancerniki – jedyne poza człowiekiem organizmy nieodporne na bakterie wywołujące trąd – były trudną do przecenienia pomocą w opracowaniu skutecznego leku przeciwko tej chorobie. Z kolei odkrycie właściwości niedźwiedziego futra, niezwykle efektywnie absorbującego ciepło, pozwoliło na produkcję

materiałów, będących swoistym kolektorem ciepła i najlepiej chroniącym przed zimmem. Takich przykładów są tysiące;

- **ekosystemy leśne jako regulatory składu powietrza.** Powszechnie wiadomo, że rośliny są naturalnym filtrem zanieczyszczeń powietrza. Drzewa leśne na obszarze zaledwie 1 ha pochłaniają w procesie fotosyntezy 220-280 kg dwutlenku węgla z powietrza, wydzielając równocześnie 180-220 kg tlenu, w zależności od wieku, składu i struktury gatunkowej drzewostanu. W skali świata lasy pochłaniają aż 78-80% dwutlenku węgla akumulowanego łącznie przez wszystkie ekosystemy lądowe; spośród nich połowa przypada na lasy deszczowe, zachowane często w postaci szczątkowej w strefie okołorównikowej i odpowiedzialne m.in. także za wielkość i rozkład opadów atmosferycznych na kuli ziemskiej [Perry 1994; Fearnside 1997; Zakrzewski 1997];
- **ekosystemy torfowiskowe jako rezerwuary słodkiej wody.** Korzyści płynące z ochrony wszelkiego rodzaju mokradeł nie są powszechnie znane i doceniane. Tymczasem, nawet znacznie już przesuszone i zdewastowane torfowiska w Polsce gromadzą 35 mld m³ wody, tj. więcej niż wynoszą zasoby wszystkich naszych jezior [Ilnicki 2002; Siwak i Machowiak 2007];
- **pule genowe przodków gatunków użytkowych.** Mimo niekwestionowanych osiągnięć technicznych i technologicznych współczesny człowiek nie może się obejść bez dziko żyjących przodków i krewniaków odmian roślin lub ras zwierząt, uprawianych, hodowanych i użytkowanych jako pokarm lub surowce w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, drzewnym lub odzieżowym, selekcjonowane odmiany i rasy są bowiem wyjątkowo nietrwałe. Przeciętny czas użytkowania np. jednej odmiany pszenicy wynosi zaledwie 5-15 lat. Możliwość wprowadzania nowych odmian, odpornych na wysoki poziom skażeń i zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby, najrozmaitsze anomalie pogodowe i inne, niekorzystne czynniki składające się na syndrom antropopresji współczesnego świata, jest warunkiem *sine qua non* utrzymania produkcji żywności choćby tylko na obecnym poziomie. Zachowanie puli genowej dziko żyjących przodków gatunków użytkowych jest dla człowieka na pewno wysoce opłacalne, jeśli nie niezbędne.

W dyskusjach nad znaczeniem różnorodności biologicznej niekiedy kwestionuje się potrzebę zachowania tak dużej liczby gatunków lub pełnej różnorodności ekosystemowej, zapewniających sprawny obieg pierwiastków i przepływ energii. To prawda, że w stabilnych warunkach zubożony ekosystem może funkcjonować sprawnie, jeśli w biocenozie są reprezentowane wszystkie poziomy troficzne. W przypadku nagłych zaburzeń środowiska gatunki reprezentujące poszczególne poziomy mogą jednak ulec zagładzie i wówczas pozorny nadmiar gatunków jest warunkiem zachowania ekosystemu, podobnie jak pozorny nadmiar osobników (zmienności genetycznej) może przesądzić o szansach przetrwania gatunku [Solbrig 1991; Schulze i Mooney 1994].

Współczesne zagrożenia dla różnorodności biologicznej

Trochę historii. Od momentu pojawienia się na Ziemi pierwszego rozumnego Człowieka (*Homo sapiens sapiens*), dzieli nas zaledwie 1,5 tys. pokoleń. W tym czasie światowa populacja naszego gatunku osiągnęła ogromną liczebność (wg U.S. Cenzus Bureau w połowie listopada 2013 r. 7 123 607 283 osób) i dotarła do wszystkich zakątków Ziemi, co dotychczas nie udało się żadnemu innemu gatunkowi. Z takim sukcesem *homo sapiens* wiązało się, niestety, przyspieszone zużywanie wszystkich zasobów przyrodniczych naszej planety i zagłada wielu innych jej mieszkańców (Hałaczek i Tomczyk 2005). We wczesnych etapach rozwoju populacji człowieka antropogeniczne zmiany środowiska przyrodniczego miały charakter jedynie lokalny i odwracalny, ale już ok. 50 tys. lat temu pierwsi koloniści Australii, przybyli z terenów dzisiejszej Indonezji, wytepiłi w krótkim czasie wszystkie duże kręgowce: gady, ptaki i ssaki [Wilson 2003].

Zmiana trybu życia z koczowniczego na osiadły była zwiastunem szybkich i trwałych przemian środowiska naturalnego. Dotychczasowe użytkowanie zasobów naturalnych w ekosystemach stopniowo zastępowano uprawą ziemi, co nieuchronnie wiązało się z ich degradacją [Simmons i Innes 1987]. Wzrost liczby ludności wymuszał zwiększanie areалу upraw, najpierw głównie poprzez wypalanie roślinności trawiastej, później także przez wypalanie i karczowanie lasów i zarośli [Clark i Edwards 1994]. Na obszarach suchych zaczęto nawadniać pola, ingerując tym samym w naturalne systemy hydrologiczne zlewni.

W V tysiącleciu p.n.e. w miejscu niewielkich i rozproszonych osad rolniczych powstawały pierwsze miasta, natomiast w III tysiącleciu p.n.e. – zaczątki wielkich imperiów nad dużymi rzekami w Egipcie, Mezopotamii, Indiach i Chinach, dwieście lat później także w Ameryce Środkowej i Południowej. Z ich potęgą wiązały się początki wielkoobszarowych wylesień, m.in. w basenie Morza Śródziemnego, z trwałymi, negatywnymi konsekwencjami dla klimatu i różnorodności biologicznej. W Średniowieczu nastąpiło spowolnienie rozwoju cywilizacyjnego, ale od XVI wieku proces degradacji biosfery, związany głównie z wylesianiem planety, wyraźnie się nasilił. Wiek XVI zapisał się także jako początek świadomych introdukcji dziko żyjących gatunków przez kolonistów Afryki, Indochin i obu kontynentów amerykańskich oraz nieświadomego zawlekania organizmów patogenicznych i pasożytniczych, o groźnych konsekwencjach dla różnorodności biologicznej.

Proces masowego wycinania drzew w lasach afrykańskich, azjatyckich i latynoamerykańskich, przede wszystkim w celu zdobycia nowych terenów pod uprawę roślin użytkowych oraz zwiększenia arealów pastwisk dla hodowanych zwierząt, znacznie się nasilił w okresie rewolucji przemysłowej. Przemysł, niemal w całości oparty na energii pochodzącej ze spalania węgla kamiennego, stał się potężnym, globalnym źródłem zanieczyszczeń środowiska powietrza wody i gleby, a wkrótce wsparło je drugie takie źródło, związane z produkcją i coraz powszechniejszym stosowaniem nawozów mineralnych w rolnictwie.

Antropopresja w XX wieku. Największe spustoszenie biosfery dokonało się w XX stuleciu, często określane mianem początków szóstej, wielkiej kata-

strofy w dziejach życia na Ziemi. Miniony wiek był świadkiem zagłady wielu gatunków roślin i zwierząt oraz globalnej dewastacji i degradacji naturalnych środowisk ich życia, spowodowanych eksplozją demograficzną i arogancką postawą człowieka w stosunku do środowiska przyrodniczego [np. Agger i Brandt 1988; Goudie 1992; Petit i in. 2003]. Na wielką skalę karczowano i wypalano lasy, osuszano mokradła, użyźniano i zarybiano jeziora, zmieniano bieg rzek i regulowano ich koryta, budowano ogromne zapory wodne i kanały, nawadniano pustynie, zabudowywano wybrzeża mórz i oceanów, bagrowano otoczenie raf koralowych. Pozostałe fragmenty naturalnych ekosystemów lądowych pocięto trakcjami kolejowymi, autostradami i rurociągami, a wodnych – zatrutowano ropą, ściekami przemysłowymi i komunalnymi oraz zrzutami ciepłej wody. Ogromne tempo likwidacji i przekształcania naturalnych biotopów przekreślało możliwość adaptacji zasiedlającym je organizmom do drastycznie zmienionych warunków życia.

Niemal do końca XX wieku zasoby przyrodnicze Ziemi traktowano jako dobra w pełni odnawialne, a dochody czerpane z ich eksploatacji jako czynnik rozwoju społeczeństw. Maksyma zawarta w I tomie *Kapitału* Marksa, zgodnie z którą „Podobnie jak człowiek dziki, tak też człowiek cywilizowany musi walczyć z naturą, aby zaspokajać swoje potrzeby (...)” była powszechnym kanonem w postrzeganiu uwarunkowań wzrostu gospodarczego. Oto kilka przykładów antropogenicznego niszczenia różnorodności biologicznej:

- **zagłada gatunków.** Jeśli w okresie ostatnich setek milionów lat, poza epizodycznymi katastrofami, ginął przeciętnie jeden gatunek rocznie na każde 1–10 mln zasiedlających planetę, to pod koniec minionego wieku – wg Canadian Wildlife Service i IUCN z biosfery zniknęło ok. 100 gatunków dziennie. Obecne tempo wymierania jest co najmniej 1000 razy wyższe niż w poprzednich okresach geologicznych, a do końca XXI wieku może nie przetrwać nawet 50% obecnie żyjących gatunków [Reid 1992; Hawken 1996; Wilson 1999]. Wiek XX zapisał niechlubne karty w historii bezpośredniej zagłady wielu dziko żyjących gatunków. Do ostatniego osobnika wybito m.in. gołębia wędrownego, kulika stepowego i cietrzewia periowego, które zaledwie 130 lat wcześniej żyły w milionowych populacjach. Masowo wybijano także słonie, foki grenlandzkie, krokodyły i kajmany, ślimaki i egzotyczne motyle; niemal całkowicie wytępiono żubra, koalę i nosorożce. Pustoszenie żywych zasobów dotknęło także morza i oceany. Prawie całkowicie wytępiono kilka gatunków wielorybów, a niewiele łaskawszy był los dla fok, delfinów, żółwi morskich i wielu gatunków ryb, wcześniej bardzo pospolitych. Takie przykłady można mnożyć. Zwierzęta były także całkowicie bezbronne w konfrontacji z wytworami ludzkiej cywilizacji. Miliony ssaków rocznie padały ofiarą pędzących samochodów i pociągów [Stankowski i Lorek 1995]; miliardy ptaków, jak oszacowali ornitolodzy, ginęły każdego roku w zderzeniu z samolotami, a straty podobnego rzędu dotyczyły także ryb, miażdżonych w turbinach elektrowni wodnych, z reguły pozbawionych odpowiednich filtrów. Ta sytuacja w obecnym stuleciu poprawiła się tylko nieznacznie;

- **wylesienia Ziemi.** Największe straty dla różnorodności biologicznej Ziemi wiążą się z wylesieniami. W ciągu dziesiątków lat XX wieku lasy całkowicie przestały istnieć w 25 krajach, w 11 zachowało się zaledwie 10% ich pierwotnego stanu, a w 18 innych – niewielkie fragmenty. Co gorsze, najbogatsze w gatunki lasy deszczowe zostały niemal całkowicie zniszczone w Azji, do 50% pierwotnego stanu wytrzebiono je w Australii, do 60% – w Ameryce [Myers 1993; Zhou 1995]. Ich całkowita likwidacja oznaczałaby utratę dużej części współczesnej różnorodności biologicznej [Wood 1990]. Oto dowód: zniszczenie resztek lasów deszczowych na Madagaskarze oznaczałoby zagładę niemal 5 000 endemicznych gatunków roślin, tj. ponad dwukrotnie większej liczby, niż wynosi flora roślin naczyniowych w Polsce. Zagładzie lasów deszczowych towarzyszyły również wielkie zniszczenia ich morskich odpowiedników – raf koralowych, charakteryzujących się wyjątkowym bogactwem wąsko wyspecjalizowanych gatunków zwierząt [Silver, Brown i Lugo 1996]. Poważną w skutkach konsekwencją wielkoobszarowych wylesień, chociaż także wadliwej gospodarki rolnej i przeciążenia pastwisk na mało żyznych gruntach, było nasilenie procesu erozji wietrznej i wodnej gleb, groźne z punktu widzenia ochrony różnorodności biologicznej oraz wyżywienia ludzi. Pomiary przeprowadzone w latach 80. XX wieku wskazują, że w Stanach Zjednoczonych erozja wietrzna niszczyła 18 t/ha w ciągu roku, w Etiopii – 42 t/ha, w Kenii – 72-138 t/ha. Z kolei w Indiach ponad połowa obszaru, tj. 14 mln ha, traciła gleby wskutek działania erozji wodnej: z uprawnych ziem woda wymywała rocznie 6 mld ton. Globalne straty gleb spowodowane erozją wynosiły 23 mld ton rocznie i nadal Ziemia traci 0,7% swoich zasobów glebowych [Barnier 1996; Zakrzewski 1997];
- **ekspansja pustyń i zasolenie gleb.** Groźnym dla człowieka i przyrody skutkiem wielkoobszarowych wylesień była w minionym wieku gwałtowna ekspansja pustyń, spowodowana także intensyfikacją uprawy roli i hodowli bydła w suchych regionach świata i oznaczająca gigantyczne zniszczenia powierzchni biologicznie czynnej, zanik siedlisk dziko żyjących gatunków roślin i zwierząt oraz straty pól, łąk i pastwisk [Boix i in. 1995; Graniczny i Mizerski 2009]. Południowa granica Sahary przesunęła się o 200 km; w Sudanie, w niektórych latach – ta największa pustynia świata pokonuje 50 km w ciągu zaledwie kilkunastu miesięcy. Co roku także pustynnieje ok. 3600 km² stepów na południe od Gobi. Problem jest niebagatelny, bowiem pustynie pochłaniają w 60 krajach 6 mln ha terenów użytkowanych przez miliard ludzi [Brown 2011]. W niektórych krajach, jak w Australii, wycinka drzew z lasów rozwiniętych na glebach z głębokimi pokładami soli, spowodowały podniesienie lustra wody gruntowej i wyniesienie warstwy soli na powierzchnię. Zasoleniu uległo w ten sposób 1,8 mln ha w zachodniej części tego kontynentu i ok. 700 000 ha na południu i wschodzie. Miejsce bogatych gatunkowo lasów zajęły słone jeziora i zasolone, nienadające się do użytkowania rolnego, odłogi ze śladami drzew w postaci martwych kikutów [Partit i Wolinsky 2000];

- **osuszanie gleb, regulacje rzek i potoków.** Wiele zła na różnych kontynentach wyrządziły wielkoobszarowe melioracje. Na przykład, w okresie PRL osuszono w Polsce niemal 7 mln ha gruntów, tj. ok. 36% ich ogólnej powierzchni. W ten sposób tylko na obszarze Wielkopolski zniknęło ponad 8,5 tys. drobnych zbiorników wodnych z ich florą i fauną [Kraska i Kaniecki 1995], a w skali całego kraju melioracje odwadniające przyniosły trudne do wyliczenia straty w różnorodności biologicznej. Wysoce szkodliwy wpływ na przyrodę miały techniczne regulacje rzek i potoków, najczęściej połączone z prostowaniem i pogłębianiem ich koryt, budową wysokich wałów przeciwpowodziowych oraz wycinaniem nadrzecznych drzew i krzewów. W naszym kraju tego typu zabiegi były intensywne zwłaszcza w latach 60. i 70. ubiegłego wieku, ale są kontynuowane także obecnie. Ich efektem jest uregulowanie Odry, znacznych odcinków Wisły i innych dużych rzek oraz ok. 50% długości mniejszych cieków wodnych, z obwałowaniami na łącznej długości 8460 km [Żelazo i Wiśniewski 2003]. Tak głęboka ingerencja w naturalny reżim wodny rzek i ich otoczenie doprowadziła m.in. do niemal całkowitego zaniku nadrzecznych siedlisk lasów i zarośli łągowych, piaszczystych łąk i kamieńców oraz starorzeczy, już dawno zniszczonych w krajach Europy Zachodniej;
- **introdukcja gatunków obcych.** W wielu rejonach świata zubożenie naturalnych biocenoz, a często zagładę niektórych gatunków, spowodowała i nadal powoduje nieprzemyślana introdukcja geograficznie obcych gatunków roślin i zwierząt, a także przypadkowe zawleczenie gatunków pochodzących z innych kontynentów lub obszarów geograficzno-przyrodniczych [Everett 2000; Cronk i Fuller 2001; Głowaciński i in. 2011]. Naukowcy zgodnie twierdzą, że ekspansywne gatunki obcego pochodzenia stanowią współcześnie, obok likwidacji i degradacji naturalnych siedlisk, największe zagrożenie dla współczesnej różnorodności biologicznej [Kowarik 2003; Hulme 2007; Thiele i Otte 2008; Thuiller i in. 2008]. W światowej gospodarce inwazje biologiczne powodują niebagatelne straty szacowane na 1,4 biliona dolarów amerykańskich rocznie [Mack i in. 2000].

Przykład dramatycznych skutków nieprzemyślanych introdukcji niektórych gatunków zwierząt geograficznie obcych w Australii powinien być swoistym memento. Już w połowie XIX wieku koloniści brytyjscy, w imię „przybliżenia Australii do Europy”, sprowadzili m.in. króliki, osły, konie, psy, lisy, wróble, a także pstrągi i łososie. Niektóre zwierzęta, pozbawione w obcym środowisku naturalnych wrogów, rozmnażały się bez ograniczeń, czyniąc prawdziwe spustoszenie wśród australijskich, rodzimych populacji roślin i zwierząt. Plaga królików, jaka dotknęła Australię, nie jest jedynym i najbardziej spektakularnym tego przykładem. W 1935 roku sprowadzono bowiem do Australii agę (zwaną także kurucu lub hawajską ropuchą, olbrzymią *Rhinella marina*), jako sposób na zwalczanie szkodników upraw, m.in. trzciny cukrowej. Aga – wyposażoną w gruczoły produkujące toksyny i obdarzoną nieposkromionym apetytem – przetrzebiła szkodniki, natomiast bardzo szybko rozprzestrzeniła się i wytruła wiele gatunków rodzimych zwierząt drapieżnych, amatorów nieznanego im „posiłku”, z pozoru

atrakcyjnego. W sumie, introdukcja gatunków obcych przyczyniła się do znacznie większego niż na innych kontynentach zubożenia różnorodności biologicznej [Carlton 1996; Lipa 2004].

Straty w rodzimych zasobach przyrodniczych dotknęły także inne kontynenty. W Stanach Zjednoczonych 400 spośród 958 gatunków o statusie zagrożonych doświadcza drapieżnictwa, konkurencji i in., niekorzystnych oddziaływań z osobnikami gatunków inwazyjnych [Stein i in. 2000]. Przykładem może być inwazja populacji mrówki ognistej (*Solenopsis invicta*) w Teksasie, która spowodowała spadek różnorodności gatunkowej rodzimych mrówek o 70%, a ich liczebności o 90%. Nastąpił także spadek o 30% różnorodności gatunkowej innych stawonogów, a o 70% ich liczebności [Porter i Savignano 1990]. Z kolei w Wielkiej Brytanii wiewiórka pospolita (*Sciurus vulgaris*), w wyniku konkurencji o pokarm i na skutek agresywnych zachowań z inwazyjną wiewiórką szarą (*S. carolinensis*), występuje już tylko na nielicznych i rozproszonych stanowiskach.

Inwazje ekologiczne nasilają się od ok. 200 lat: w Europie w latach 1950-1975 rejestrowano ok. 10 nowych, obcych gatunków zwierząt bezkręgowych rocznie, a w latach 2000-2007 już 19 gatunków i przewiduje się dalszy wzrost tej liczby wraz z ocieplaniem się klimatu [Mack i in. 2000; Pearson i Dawson 2005]. Według prognozy pesymistycznej, choć nie bezzasadnej, inwazje mogą doprowadzić do redukcji różnorodności gatunkowej ssaków o 67,5%, ptaków o 47,6%, motyli o 35%, roślin okrytozalążkowych o 70,5% [Brown 2011]. Jak się okazuje, inwazje ekologiczne mają także bezpośrednie konsekwencje ekonomiczne. W Stanach Zjednoczonych, dla przykładu, oszacowano straty w plonach rolnych, spowodowane przez inwazyjne gatunki obcego pochodzenia, na 27 mld dolarów rocznie, co oznacza, że sięgają one ok. 10% wartości plonów. Amerykańscy rolnicy wydają ponadto ok. 6 mld dolarów rocznie na zwalczanie obcych gatunków w uprawach [Mack i in. 2000].

Niestety, także w naszym kraju sprowadzone gatunki obcego pochodzenia wywołały negatywne skutki w stanie rodzimej flory i fauny oraz w funkcjonowaniu naturalnych biocenoz. Co gorsze, problem będzie prawdopodobnie narastał. Szacuje się, na przykład, że listę 63 gatunków roślin inwazyjnych prawdopodobnie wkrótce wzbogaci dalszych 12, określanych jako „potencjalnie inwazyjne” [Tokarska-Guzik i in. 2012; Głowaciński i in. 2011]. Według naukowców z Instytutu Ochrony Przyrody PAN najgroźniejszymi gatunkami inwazyjnymi na terenie Polski są: (1) wśród roślin: barszcze Sosnowskiego (*Heracleum Sosnowski*) i Mantegazziego (*H. mantegazzianum*), rdestowe: ostrokończysty (*Reynoutria Japonia*), sachaliński (*R. sachalinensis*) i czeski (*Reynoutria x Bohemia*), klon jesionolistny (*Acer negundo*), kolczurka klapowana (*Echinocystis lobata*), nawłocie: kanadyjska (*Solidago canadensis*) i późna (*S. gigantea*), niecierpki: drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*) i gruczołowaty (*I. glandulifera*), czeremcha amerykańska (*Prunus serotina*) oraz róża pomarszczona (*Rosa rugosa*); (2) wśród zwierząt: bycza (*Neogobius melanostomus*), szczupła (*N. fluviatilis*) i łysa (*N. gymnotrachelus*), jenot (*Nyctereutes procyonoides*), norka amerykańska (*Neovison vison*), wioślarka kaspijska (*Cercopagis pengoi*), racicznica zmienna (*Dreissena polymorpha*) oraz raki: sygnałowy (*Pacifastacus lenisculus*) i pręgowany (*Orconectes limosus*). Te ostatnie wypierają ze środowiska naturalnego rodzime

gatunki raków: **szlachetnego** (*Astacus astacus*) i **ślótowego** (*Astacus (Pontastacus) leptodactylus*), ze względu na ich odporność na niekorzystne warunki środowiska i choroby (rak pręgowany jest **nosicielem** dzumy raczej).

Potencjalne zagrożenia dla różnorodności biologicznej

Działalność człowieka w ciągu zaledwie stu lat doprowadziła do częściowego zniszczenia warstwy ozonowej i gwałtownego wzrostu emisji gazów cieplarnianych, o trudnych do przewidzenia skutkach dla zachowania różnorodności biologicznej i tym samym szans przetrwania naszego gatunku. Fakt nadchodzącego niebezpieczeństwa dla mieszkańców Ziemi jest coraz rzadziej kwestionowany, chociaż w świecie nauki panują kontrowersje co do przyczyn, przewidywanego tempa i prawdopodobnych skutków obu zjawisk [Archer 2011].

Pierwsze, nieśmiałe, sygnały dotyczące ubytku ozonu w górnej warstwie atmosfery pojawiły się już w latach 70. minionego wieku, chociaż odkrycie „dziury” ozonowej wiąże się z przeprowadzoną przez J. Farmana w 1985 roku obserwacją na Antarktydzie. To on odkrył zanik dużej części powłoki ozonowej i powiązał to zjawisko z rosnącą koncentracją bromo- chloro- i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych, a także tlenków azotu. Dwa lata później ilość ozonu była tam o 50% mniejsza, a w 1989 roku w wyższych warstwach zniknęło ponad 95% ozonu. Pod koniec XX wieku Agencja Ochrony Środowiska w Stanach Zjednoczonych (EPA) prognozowała 10-procentowy zanik warstwy ozonowej najpóźniej do połowy XXI wieku; w konsekwencji – ogromne straty w zbiorach płodów rolnych i różnorodności biologicznej, a także wzrost zachorowalności na raka skóry [Zakrzewski 1997].

Obecnie używanie tych związków jest na świecie zabronione, głównie dzięki Protokołowi Montrealskiemu z 1987 roku (wraz z późniejszymi poprawkami), dotyczącemu substancji niszczących ozon. Naukowcy sądzili, że dziura ozonowa osiągnęła swoje maksymalne rozmiary w 2000 roku, ponieważ u schyłku XX wieku nie ulegała znacznym zmianom. Niestety, ta prognoza była zbyt optymistyczna: wprawdzie w 2002 roku nie obserwowano już znaczących ubytków ozonu, ale rok później dziura ozonowa znowu dała o sobie znać, osiągając poprzednie rozmiary. W sumie, wskutek trwałości bromo- chloro- i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych prawdopodobnie minie półwiecze, zanim dotychczas wprowadzone do atmosfery zostaną z niej usunięte, a poziom zawartości ozonu w stratosferze ustabilizuje się [Barnier 1996; Graniczny i Mizerski 2009].

Z zanikiem powłoki ozonowej w stratosferze, absorbującej wysokoenergetyczne promieniowanie ultrafioletowe, częściowo wiąże się także problem globalnego ocieplenia klimatu, spowodowanego jednak w głównej mierze wzrostem emisji gazów cieplarnianych w niskich warstwach atmosfery [Roemmich i McGowan 1996].

Symptomy ocieplenia klimatu już są widoczne. W ciągu jednego wieku o 10-25 cm podniósł się poziom oceanów, o 1°C wzrosła także ich temperatura, zmniejszył się zasięg czapy lodowej w Arktyce, lodowce w Alpach straciły 30-40% swojej powierzchni i ok. połowę objętości, ubyło lodowców w górach

Ameryki Północnej. W efekcie wzrostu temperatury tylko o 2°C nastąpi podniesienie się poziomu oceanów o ok. 50 cm, zniknie wiele wysepek, zalaniu ulegną nadbrzeżne obszary pól, łąk i lasów [Houghton 1994]. Wielkim zagrożeniem dla różnorodności biologicznej będzie dalsza ekspansja klimatów suchych oraz podnoszenie się poziomu mórz i oceanów [Archer 2011].

Według scenariusza zmian klimatu w XXI wieku zginie wiele gatunków arktycznych zwierząt, pozbawionych możliwości migracji po stopieniu się lodowych pomostów między wyspami. Strefy klimatyczne, jak przewidują modele symulacyjne, przesuną się o kilkaset kilometrów w kierunku biegunów, wskutek czego zwiększą się obszary pustyń i stepów. Zasięgi gatunków nie zdołają się przemieścić równie szybko, ponieważ ewolucja adaptacji organizmów do zmian klimatycznych jest znacznie wolniejsza. Wiele gatunków może wyginąć z powodu utraty odpowiednich dla nich siedlisk, co oznaczałoby dalszy spadek globalnej różnorodności biologicznej [Strzępek i Smith 1995].

Środowiska niektórych „ekologicznych” organizacji pozarządowych podnoszą alarm z powodu innych, ich zdaniem niewątpliwych, zagrożeń dla różnorodności biologicznej, wynikających z możliwości „ucieczki” roślin i zwierząt modyfikowanych genetycznie (GMO) do środowiska naturalnego. Utrzymują także, iż spożywanie produktów żywnościowych opartych na surowcach z genetycznie modyfikowanych organizmów jest dla człowieka niebezpieczne. Czy są to obawy uzasadnione?

Modyfikacje genetyczne roślin uprawnych, zwiększające ich odporność na herbicydy, choroby wirusowe, szkodniki owadzie, bakteryjne lub grzybowe oraz na niekorzystne warunki pogodowe, a także poprawiające ich cechy użytkowe (smak, barwę, zapach, zawartość niektórych substancji, w tym witamin), podobnie jak modyfikacje genetyczne zwierząt hodowlanych, dzięki którym hodowca uzyska więcej mięsa lub mleka, są prawdopodobnie jedyną szansą wyżywienia stale rosnącej liczby ludności. Są także kuszącą alternatywą wobec stosowania chemicznych środków wzrostu produkcji roślin lub walki z plagami szkodników upraw i chorób (bakteryjnych i wirusowych) zwierząt. Nic dziwnego, że na przekór obawom przeciwników GMO areał upraw roślin modyfikowanych genetycznie stale rośnie: tylko w ciągu minionych 2 lat o 10%. Obecnie GMO uprawia się na nieco ponad 160 mln ha pól w 29 krajach. Warto dodać, że uprawne rośliny GMO są sterylne, a zatem obawa o ich „ucieczkę” do środowiska naturalnego jest bezpodstawna, podobnie, jak bezpodstawna jest obawa o ich szkodliwość dla zdrowia człowieka.

Szczypta nadziei na ochronę różnorodności biologicznej biosfery

Najważniejsze zagrożenia dla współczesnej przyrody mają wymiar globalny, dlatego jedyną szansą jej skutecznej ochrony jest współpraca międzynarodowa jak największej liczby państw. Impulsem do tworzenia zrębów takiej współpracy było utworzenie Ligi Narodów (1919), już wówczas bowiem dostrzeżono konieczność zahamowania procesu ubożenia naturalnych zasobów Ziemi. Jej znaczący rozwój wiąże się z raportem sekretarza generalnego ONZ – U Thanta (*The problems of human environment*), ogłoszonym w 1969 roku

i zawierającym dramatyczne i bulwersujące światową opinię publiczną dane dotyczące rabunkowej gospodarki zasobami biosfery i gwałtownie pogarszającego się stanu środowiska. Pod hasłem „Mamy tylko jedną Ziemię” zwołano wkrótce Konferencję Sztokholmską ONZ (1972), na której ochronę środowiska podniesiono do rangi podstawowej funkcji państwa, a 20 lat później – w Rio de Janeiro – II Konferencję Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju, znaną jako wielki „Szczyt Ziemi 1992”, w której uczestniczyli delegaci 172. krajów i ponad 2. tysięcy **organizacji pozarządowych** [Symonides 2008].

Na „Szczyt Ziemi” uchwalono m.in. Konwencję o różnorodności biologicznej, ratyfikowaną przez 193 kraje, w tym Polskę. W myśl jej przepisów państwa-strony są zobowiązane opracować krajowe strategie, plany i programy ochrony różnorodności biologicznej, identyfikować oraz monitorować jej elementy, procesy i działania, które mają lub mogą mieć negatywny wpływ na ochronę i zrównoważone użytkowanie różnorodności biologicznej. Raport U Thanta zaowocował kilkoma ważnymi umowami międzynarodowymi o charakterze globalnym lub regionalnym, które częściowo lub całkowicie wiążą się z ochroną przyrody. Polska, wraz z wieloma państwami, ratyfikowała następujące konwencje:

- ☞ o ochronie światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego (w 1976; 190 państw),
- ☞ o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego (1979; 169 państw),
- ☞ o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem, zakazującą i potępiającą proceder pozyskiwania ze stanu dzikiego i sprzedaży zagrożonych wyginięciem gatunków (1990; 178 państw),
- ☞ o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt, m.in. poprzez ochronę ich siedlisk na obszarze całego zasięgu, wzbogaconą o kilka porozumień, m.in. o ochronie nietoperzy w Europie, małych waleni Bałtyku i Morza Północnego oraz wodniczki (1996; 119 państw),
- ☞ o ochronie dzikiej europejskiej flory i fauny oraz ich siedlisk naturalnych (1996; 50 państw europejskich),
- ☞ Nową Konwencję o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, która włączyła do swoich postanowień m.in. zobowiązania państw do zachowania różnorodności gatunkowej ekosystemów morskich i przybrzeżnych (2000; wszystkie kraje nadbałtyckie),
- ☞ Europejską Konwencję Krajobrazową, dotyczącą współdziałania państw na rzecz propagowania ochrony, zarządzania i planowania krajobrazu: naturalnego, wiejskiego, miejskiego i podmiejskiego, lądowego i wodnego (2004; 38 państw europejskich).

Jednym z wymiernych efektów konwencji międzynarodowych poświęconych ochronie biosfery jest systematyczny wzrost liczby i powierzchni obszarów prawnie chronionych na świecie; w 2013 roku zarejestrowano ponad 160 000 takich obszarów, zajmujących 10-15% powierzchni Ziemi i chroniących znaczną część współczesnej różnorodności biologicznej. Kraje członkowskie UE mają

ponadto obowiązek respektowania przepisów Dyrektywy 79/409/EWG o ochronie dziko żyjących ptaków (1979) i Dyrektywy 92/43/EWG o ochronie siedlisk przyrodniczych oraz dziko żyjącej fauny i flory (1992). Obie dyrektywy są prawną podstawą wyznaczania i funkcjonowania europejskiej sieci obszarów chronionych Natura 2000 we wszystkich krajach UE, w celu stworzenia szans przetrwania flory i fauny Europy, m.in. dzięki ochronie zagrożonych siedlisk przyrodniczych.

Szansy na powstrzymanie procesu ubożenia różnorodności biologicznej można także upatrywać w rosnącej aktywności międzynarodowych organizacji pozarządowych, zrzeszających miliony ludzi coraz bardziej świadomych globalnych zagrożeń dla ludzkości z powodu niknących zasobów przyrodniczych biosfery [Symonides 2008]. Świadczą o tym także opublikowane przez Komisję Europejską w listopadzie br. wyniki badań europejskiej opinii publicznej (http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_379_sum_en.pdf).

Coraz bardziej docenianym aspektem ochrony globalnej różnorodności biologicznej jest troska o jej zachowanie w lasach gospodarczych, a zwłaszcza na gruntach rolnych, zajmujących na świecie coraz większe obszary w miarę wzrostu liczby ludności [Gepts, Famula i Bettinger 2012]. W przeludnionych i głodujących społecznościach Afryki i Azji może ona nie dać efektów bez znaczącej pomocy finansowej państw bogatych, ale czy jest szansa na ograniczenie negatywnych skutków intensyfikacji rolnictwa w takich krajach jak Polska?

Do połowy XX wieku ekstensywna gospodarka rolna nie miała negatywnego wpływu na rodzimą przyrodę. Mozaika pól, łąk i pastwisk z miedziami, „oczkami” wodnymi i zadrzewieniami, tworząca harmonijny krajobraz w otoczeniu lasów, torfowisk i muraw, sprzyjała egzystencji wielu dziko żyjących gatunków roślin i zwierząt, związanych z krajobrazem rolniczym [Ratyńska i Boratyński 2000]. Dopiero w związku z organizacją Państwowych Gospodarstw Rolnych (lata 1950-1988), wprowadzano monokultury upraw na dużych obszarach, z czym nieuchronnie wiązała się likwidacja i dewastacja przyrodniczo cennych ekosystemów okrajkowych oraz chemizacja i mechanizacja rolnictwa. Harmonijne krajobrazy wiejskie zachowały się głównie w granicach dzisiejszych parków krajobrazowych i na obszarach krajobrazu chronionego.

Realna szansa na odtworzenie tych wcześniej zniszczonych istnieje, m.in. dzięki rosnącej modzie na rolnictwo „ekologiczne”, rosnący popyt na „ekologiczne” produkty żywnościowe i agroturystykę. Dziś chabry i maki na obrzeżach pól są dla rolników raczej powodem do dumy niż do wstydu, podobnie, jak śródpolne kępy krzewów, stare odmiany drzew owocowych w sadach czy gniazda bocianów na dachach zabudowań. Przy wsparciu finansowym rządu i Komisji Europejskiej możliwe będzie odtworzenie przyrodniczego bogactwa terenów wiejskich. Jest o co zabiegać, bo zajmują one ponad 60% powierzchni naszego kraju, podczas gdy wszystkie parki narodowe i rezerваты przyrody zaledwie 1,5%.

Bibliografia

Agger P., Brandt J. (1988), *Dynamics of Small Biotopes in Danish Agricultural Landscapes*, *Landscape Ecology*, 1: 227-240.

- Allsopp M. H, de Lange W. J., Veldtman R. (2008), *Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement*, PLOS ONE 3(9): 3007-3128.
- Andrzejewski R., Weigle A. (red.) (2003), *Różnorodność biologiczna Polski*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Archer D. (2011), *Globalne ocieplenie. Zrozumieć prognozę*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ayensu, E.S. (1996), *World Medicinal Plant Resources*, w: V. L. Chopra i T. N. Khoshoo (red.), *Conservation for Productive Agriculture*, ICAR, New Delhi; 11-42.
- Baillie J. E. M., Hilton-Taylor C., Stuart S. N. (2004), *2004 IUCN Red List of Threatened Species*, IUCN – World Conservation Union, Gland, Switzerland & Cambridge, U.K.
- Barnier M. (1996), *Atlas wielkich zagrożeń. Ekologia, środowisko, przyroda*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Boix C., Calvo A., Imeson A.C., Schoorl J.M., Soto S., Tiemessen I. (1995), *Properties and Erosional Response of Soil in a Degraded Ecosystem in Crete (Greece)*, *Environmental Monitoring and Assessment*, 37: 79-92.
- Bramwell, D. (2002), *How Many Plant Species are There?* *Plant Talk*, 28: 32-34.
- Brown L. R. (2011), *World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse*, Earth Policy Institute, Washington.
- Carlton J. T. (1996), *Biological Invasions and Cryptogenic Species*, *Ecology*, 77 (6): 1653-1655.
- Clark S., Edwards A.J. (1994), *Paleoecology of Fire*, w: P.J. Crutzen, J.G. Goldammer (red.), *Fire in the Environment the Ecological, Atmospheric and Climatic Importance of Vegetation Fires*, J. Wiley, New York: 193-214.
- Cronk Q.C.B., Fuller J.J. (2001), *Plant Invaders. The Threat to Natural Ecosystems*, Earthscan Publications Ltd., London and Sterling, VA.
- Everett R.A. (2000), *Patterns and Pathways of Biological Invasion*, *Trends Ecol. Evol.* 15: 177-178.
- Fałtynowicz W. (2003), *Różnorodność gatunkowa – porosty*, w: R. Andrzejewski i A. Weigle (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- FAO (2012), *Fao Statistical Yearbook 2012. World Food and Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Farnsworth N. R. (1988), *Screening Plants for New Medicine*, w: E. O. Wilson (red.), *Biodiversity*, Natl. Acad. Press, Washington D.C.: 83-97.
- Fearnside P. M. (1997), *Greenhouse Gases from Deforestation in Brazilian Amazonia: Net Committed Emissions*, *Clim. Chang.* 35: 321-360.
- Gepts P., Thomas R., Famula T.R., Bettinger R.L. (2012), *Biodiversity in Agriculture Domestication, Evolution, and Sustainability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.), (2011), *Gatunki obce w faunie Polski. I. Przegląd i ocena stanu*, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.

- Goudie A. (1992), *Environmental Change*, Clarendon Press, Oxford.
- Griffiths, B. S. (1994), *Microbial-feeding Nematodes and Protozoa in Soil: their Effects on Microbial Activity and Nitrogen Mineralization in Decomposition Hotspots and the Rhizosphere*, Plant and Soil, 164: 25-33.
- Graniczny M., Mizerski W. (2009), *Katastrofy przyrodnicze*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Grzywacz A. (2003), *Różnorodność gatunkowa – grzyby*, w: R. Andrzejewski i A. Weigle (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- GUS (2012), *Ochrona Środowiska 2012*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Hałaczek B., Tomczyk J. (2005), *U progów ludzkości. Początek przyrodniczej antropogenezy*. Wydawnictwo Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa.
- Hawken P. (1996), *Przez zielone okulary*, Wydawnictwo Pusty Obłok, Warszawa.
- Houghton J. (1994), *Global Warming: The Complete Briefing*. Lion Publishing, Oxford.
- Hulme P.E. (2007), *Biological Invasions in Europe: Drivers, Pressures, States, Impacts and Responses*, w: R. Hester & R.M. Harrison (red.), *Biodiversity Under Threat*, Environmental Science and Technology, Royal Society of Chemistry, Cambridge: 55-79.
- Ilnicki P. (2002), *Torfowiska i torf*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
- James E. (1956), *Schütz unsere Erde*, Rund um die Welt 8: 7.
- Kadir M.F. (2009), *Medicinal Plants of the Garo Tribe Inhabiting the Madhupur Forest Region of Bangladesh*, Am. Eurasian J. of Sustainable Agriculture.
- Karasov, C. (2001), "Who Reaps the Benefits of Biodiversity?", *Environmental Health Perspectives*, 109 (12): 582-587.
- Kowarik I. (2003), *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Kraska M., Kaniecki A. (1995), *Mała retencja wodna w Wielkopolsce i jej uwarunkowania Przyrodnicze*, w: L. Tamiałojć (red.), *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych*, Wydawnictwo Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Krieger D.J. (2001), *The Economic Value of Forest Ecosystem Services: A Review*, Wilderness Society, Washington, DC.
- Kumar S., Kumar R., Khan A. (2011), *Medicinal Plant Resources: Manifestation and Prospects of Life-sustaining Healthcare System*, *Continental J. Biological Sciences*, 4 (1): 19-29.
- Latif A. (1997), *Medicinal and Aromatic Plants of Asia: Approaches to Exploitation and Conservation*, w: *Medicinal and Aromatic Plants. Strategies and Technologies for Conservation*. Proceedings of the Symposium State-of-the-Art Strategies and Technologies for Conservation of Medicinal and Aromatic Plants, Kuala Lumpur: 20-31.

- Lipa J. (2004), *Obce gatunki inwazyjne zagrożeniem dla entomofauny Europy i Polski*. Wiad. Entomol. 23 (supl. 2): 89-98.
- Mack R.N., Simberloff D.S., Lonsdale W.M., Evans H., Clout M., Bazzaz F.A. (2000), *Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control*. Ecol. Appl. 10: 689-710.
- May R. M. (1988), *How Many Species are There on Earth?*, Science, 241: 1441-1449.
- May R. M. (1992), *How Many Species Inhabit the Earth?*, Sci. Amer. 10: 18-24.
- May R.M. (1993), *Marine Species Richness*, Nature, 366: 361-598
- May R (2010), *Tropical Arthropod Species, More or Less?*, Science 329: 41-42.
- Mora C., Tittensor D.P, Adl S., Simpson A.G.B., Worm B. (2011), *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?*, PLOS Biol: 9(8): 100-127.
- Musser, G. (2005), *Być albo nie być*, Świat Nauki, 10: 24-27.
- Myers N. (1993), *Tropical Forests: the Main Deforestation Fronts*, Environ. Conserv. 20: 9-16.
- Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., da Fonseca G.A.B., Kent J. (2000), *Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities*, Nature, 403: 853-858.
- Olaczek R. (2000), *Różnorodność biologiczna a problem introdukcji obcych gatunków*, w: T. Bojarczuk, W. Bugała (red.), *Bioróżnorodność a synantropizacja zbiorowisk leśnych*, Mater. Zjazdu Sekcji Dendrol. PTB, Wirty: 7-13.
- Oldfield S., Lusty C., MacKinven A. (1998), *The World List of Threatened Trees*, World Conservation Press, Cambridge.
- Partit M., Wolinsky C. (2000), *Zielona Australia*, National Geographic (Polska), 2: 2-35.
- Pearson R. G., Dawson T. P. (2005), *Long-distance Plant Dispersal and Habitat Fragmentation: Identifying Conservation Targets for Spatial Landscape Planning under Climate Change*, Biol. Cons. 123(3): 389-401.
- Perry D. A. (1994), *Forest Ecosystems*, John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Petit S., Stuart R., Gillespie M., Barr C. (2003), *Field Boundaries in Great Britain: Stockchange Between 1984, 1990 and 1998*, J. Environ. Manag. 67: 229-238.
- Porter S. D., Savignano D. A. (1990), *Invasion of Polygyne Fire Ants Decimates Nativeants and Disrupts Arthropod Community*, Ecology, 71: 2095-2106.
- Ratyńska H., Boratyński A. (2000), *Czynna ochrona roślin i zbiorowisk segetalnych i ruderalnych*, Przegląd Przyrodniczy, 11(2-3): 43-56.
- Reid W.V. (1992), *How Many Species Will There Be?*, w: T.C. Whitmore, J.A. Sayer (red.), *Tropical Deforestation and Species Extinction*, Chapman & Hall, London: 55-73.
- Roemmich D., McGowan J. (1996), *Climatic Warming and the Decline of Zooplankton in the Californian Current*, Science, 267: 672-675.

- Schulze E.-D., Mooney H.A. (1994), *Biodiversity and Ecosystem Function*, Springer, Berlin.
- Scotland R.W., Wortley A.H. (2003), *How Many Species of Seed Plants are There?* *Taxon*, 52: 101-104.
- Silver W.L., Brown S., Lugo A.E. (1996), *Effects of Changes in Biodiversity on Ecosystem Function in Tropical Forests*, *Conserv. Biol.* 10: 17-24.
- Simmons I.G., Innes J.B. (1987), *Mid-Holocene Adaptations and Later Mesolithic Forest Disturbance in Northern England*, *J. Archaeol. Sci.* 14: 383-403.
- Siwak K., Machowiak A. (2007), *Ochrona mokradel w Parku Krajobrazowym Puszczy Rominckiej*, Park Krajobrazowy Puszczy Rominckiej, Żyt-kiejmy.
- Solbrig O.T. (red.) (1991), *From Genes to Ecosystems: a Research Agenda for Biodiversity*, The International Union of Biological Science (IUBS), Paris.
- Stankowski A., Lorek G. (1995), *Śmiertelność ptaków na torach kolejowych w Wielkopolsce*, *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 51: 114-119.
- Stein B. A., Kutner L. S., Adams J. S. (red.) (2000), *Precious Heritage: The Status of Biodiversity in the United States*, Oxford University Press, New York.
- Strahm W. (1999), *Threatened Species*, *World Conserv.* 3-4: 12-12.
- Strzepak K.M., Smith J.B. (red.) (1995), *As Climate Changes: International Impacts and Implications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Symonides E. (2008), *Ochrona Przyrody*, Wydawnictwa Uniwersytetu War-szawskiego, Warszawa.
- Thiele J., Otte A. (2008), *Invasion Patterns of *Heracleum Mantegazzianum* in Germany on the Regional and Landscape Scales*, *J. Nat. Conserv.* 16(2): 61-71.
- Thuiller W., Albert C., Araújo M. B., Berry P. M., Guisan A., Hickler T., Midgley G. F., Paterson J., Schurr F.M., Sykes M.T., Zimmermann N.E. (2008), *Predicting Global Change Impacts on Plant Species Distributions: Future Challenges*, *Perspectives Plant Ecol. Evolut. Syst.* 9 (3-4): 137-152.
- Thorne R.F. (2002), *How Many Species of Seed Plants are There?* *Taxon*, 51: 511.
- Tokarska-Guzik B., Sajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C. (2012), *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- UNDP, UNEP, World Bank i WRI (2000), *World Resources 2000-2001*, World Resources Institute, Washington.
- Weiner J. (2012), *Życie i ewolucja biosfery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Wilson E.O. (1992), *The Diversity of Life*, W.W. Norton & Company.
- Wilson E.O. (1999), *Różnorodność życia*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.

- Wilson E.O. (2003), *Przyszłość życia*, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań.
- Wilson E.O, Reeder D.A.M. (2005), *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Wood W.B. (1990), *Tropical Deforestation: Balancing Regional Development Demands and Global Environmental Concerns*, Global Environmental Change, 1: 23-41.
- Zakrzewski S. F. (1997), *Podstawy toksykologii środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Zhou G.Y. (1995), *Influences of Tropical Forest Changes on Environmental Quality in Hainan Province, PR of China*, Ecological Engineering, 4: 223-229.
- Żelazo J., Wiśniewski R. (2003), *Wpływ użytkowania wód i gospodarki wodnej na różnorodność biologiczną*, w: R. Andrzejewski, A. Weigle (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa: 225-233.